

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

02P 18157



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 39 20 277 C 2

⑥① Int. Cl.⁶:
G 01 M 17/00
G 05 D 13/00
G 01 L 5/13

②① Aktenzeichen: P 39 20 277.1-52
②② Anmeldetag: 21. 6. 89
④③ Offenlegungstag: 3. 1. 91
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 29. 6. 95

DE 39 20 277 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

⑦③ Patentinhaber:
Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, 60596 Frankfurt,
DE

⑦② Erfinder:
Bendel, Reinhold, 6057 Dietzenbach, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 33 11 543 C2
DE 27 38 325 C2
DE-OS 23 05 661
US 29 82 128

DE-Z.: ATZ Automobiltechnische Zeitschrift 86
(1984) 11, S. 495-502;

DE-Z.: BBC-Nachrichten 1975, H. 3, S. 123-131;

DE-Z.: Siemens-Zeitschrift 47 (1973), H. 9, S. 685-690;

⑥④ Verfahren und Vorrichtung zur Untersuchung von Fahrzeugen auf Prüfständen

DE 39 20 277 C 2

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Untersuchung von Fahrzeugen auf Prüfständen, wobei wenigstens die treibenden Räder des jeweiligen Fahrzeugs auf einzelnen von Elektromaschinen angetriebenen bzw. gebremsten Trommeln stehen, und wobei die Elektromaschinen in Geschwindigkeitsregelkreisen angeordnet sind.

Ein Verfahren der vorstehend beschriebenen Art ist bekannt (DE 23 05 661 C3). Bei diesem Verfahren steht das jeweilige Rad auf einem Paar von Trommeln, von denen eine von einer Elektromaschine angetrieben wird, die in einem Regelkreis angeordnet ist. Dem Regelkreis wird ein Geschwindigkeitssollwert für den Antriebsmotor vorgegeben. Der Trommeldurchmesser ist in diesem Geschwindigkeitssollwert nicht berücksichtigt. Mit dem bekannten Rollenprüfstand soll durch Beeinflussung der vom Proportionalverhalten des Reglers verursachten bleibenden Regelabweichung die Regelgüte verbessert werden.

Bekannt ist ein Verfahren zur dynamischen Simulation von Straßenfahrwerten auf einem Rollenprüfstand für Kraftfahrzeuge, deren Betriebswerte gemessen werden sollen. Der Rollenprüfstand enthält zwei Trommeln, die durch eine Welle starr miteinander verbunden sind und gemeinsam von einer Maschine angetrieben werden. Der Antriebsmaschine ist ein Regler vorgeschaltet, der mit einem Rechner zusammenarbeitet. Mit dem Verfahren wird für einen Geschwindigkeitsbereich der Gesamtwiderstand des Fahrzeugs auf der Straße und auf dem Rollenprüfstand ermittelt und im Simulationsbetrieb zur genaueren Annäherung an die tatsächlichen Straßenbedingungen verwendet (DE 33 11 543 C1).

Bei einem anderen bekannten Prüfstand für dynamische Untersuchungen an Kraftfahrzeugen ist eine Walze, auf der sich die Treibräder des jeweiligen Kraftfahrzeugs abstützen, vorgesehen und über ein Schwungrad mit einem Gleichstrommotor verbunden.

Die Walze ist mit dem Schwungrad und dem Gleichstrommotor in einem Regelkreis angeordnet, mit dem das gesamte Trägheitsmoment des jeweiligen Kraftfahrzeugs sowie die auf das Fahrzeug bei der Fahrt einwirkenden Windkräfte simuliert werden (DE 27 38 325 C1).

Bekannt ist auch ein Prüfstand für Kraftfahrzeuge, bei dem sich die Antriebsräder des jeweiligen Kraftfahrzeugs auf Stahltrommeln abstützen, die durch eine Welle starr miteinander verbunden sind und von einer Gleichstrommaschine angetrieben werden, die im Motor- oder Generatorbetrieb arbeiten kann. Die Ankerwicklung ist in Reihe mit der Ankerwicklung einer weiteren Gleichstrommaschine geschaltet, die von einem Drehstrommotor angetrieben wird (US 2,982,128). Bei einem weiteren bekannten Prüfstand für Kraftfahrzeuge sind zwei Rollen für die Antriebsräder ebenfalls starr miteinander und über ein Getriebe mit einer elektrischen Antriebsmaschine verbunden. Die Rollen sind weiterhin über ein Getriebe mit einer zweiten elektrischen Maschine verbunden, die als Belastungsmaschine arbeitet. Beide Maschinen werden von einer gemeinsamen Antriebsregelung gesteuert (DE-Z.: ATZ Automobiltechnische Zeitschrift 85, 1984, 11, S. 495—502).

Bei einem Prüfstand für Verbrennungsmotoren ist eine Drehstrom-Asynchron-Pendelmaschine mit der Welle des jeweiligen Verbrennungsmotors verbunden (DE-Z.: BBC-Nachrichten 1975, H. 3, S. 123—131).

Schließlich ist ein Fahrzeugprüfstand für Kraftfahrzeuge bekannt, der zwei Trommeln für die Antriebsräder des Kraftfahrzeugs aufweist. Beide Trommeln sind starr miteinander und mit einer elektrischen Antriebsmaschine verbunden, die als Gleichstrom-Pendelmaschine ausgebildet ist und zusammen mit einem Leonard-Umformer oder einem Umkehrstromrichter sowohl motorisch als auch generatorisch arbeiten kann (DE-Z.: Siemens-Zeitschrift, 1973, H. 9, S. 585—590).

Bei Prüfständen mit starr miteinander verbundenen Trommeln für die Antriebsräder ist eine Simulation von Kurvenfahrten, bei denen die Kraftfahrzeugräder unterschiedliche Drehzahlen aufweisen müssen, nicht möglich. Ein Kraftfahrzeugmotor muß zur Aufrechterhaltung der Fahrzeuggeschwindigkeit geschwindigkeitsabhängige Kräfte überwinden.

Bei positiver oder negativer Beschleunigung müssen Trägheitskräfte überwunden oder aufgenommen werden. Die geschwindigkeitsabhängigen Kräfte werden von der Anfahrreibung, der Rollreibung und den Windkräften hervorgerufen. Es müssen also diejenigen Kräfte simuliert werden, die auf das Fahrzeug einwirken, wenn es auf der Straße fährt. Bei der Simulation sind auch die Gegebenheiten der Rollenordnung zu berücksichtigen. In einem Simulator müssen daher die Fahrgleichungen des Fahrzeugs, der Straße und der Rollenordnung bestimmt werden. Die Fahrzeugkräfte ergeben sich nach folgender Gleichung:

$$F_F + F_W + m_F(\pm \dot{v}) + G(\pm \sin(\alpha)) = 0 \quad (1)$$

In dieser Gleichung sind mit F_F die am Reifen wirkende Kraft, mit F_W die Windkraft, mit m_F die Fahrzeugmasse, mit \dot{v} die Fahrzeugbeschleunigung, mit G das Fahrzeuggewicht und mit α der Neigungswinkel der Straße bezeichnet.

Die auf die Rollenordnung einwirkenden Kräfte ergeben sich aus folgender Gleichung:

$$F_P = \frac{M_{dM} + J(\pm \omega) + M_R}{r} = 0 \quad (2)$$

Hierin sind mit F_P die Kräfte an der Trommellauffläche, mit M_{dM} das auf die Welle der elektrischen Antriebsmaschine bezogene Drehmoment, mit J das Massenträgheitsmoment der Prüfstandstrommel, mit ω die Winkelbeschleunigung der Prüfstandstrommeln, mit M_R das Reibungsmoment der Prüfstandstrommeln und mit r der Trommelradius bezeichnet.

Da die Kräfte an den Reifen- und Trommellaufflächen gleich groß sind, gilt $F_P = F_F$.

Hieraus ergibt sich die Gleichung:

$$F_w + m_F(\pm v) + G(+\sin\alpha) = \frac{M_{dM} + J(\pm\omega) + M_R}{r} = 0 \quad (3)$$

Als Regelgröße in einem Regelkreis kann die Zugkraft M_{dM}/r verwendet werden. Ein Simulator bildet aus den vorgegebenen Fahrzeug-, Straßen- und Prüfstandsgrößen F_w , m_F , $+v$, G , α , J , $+\omega$ und M_R den Sollwert der Zugkraft und stellt ihn dem Regelkreis zur Verfügung.

Die Zugkraft ergibt sich aus folgender Beziehung:

$$M_{dM}/r = F_{simF} - F_{simP} \quad (4)$$

worin mit F_{simF} die auf der linken Seite der Gleichung (3) stehenden Größen und mit F_{simP} die auf der rechten Seite der Gleichung (3) stehenden Größen mit Ausnahme der Zugkraft bezeichnet sind. Die Zugkraft als Regelgröße eignet sich für den Regelkreis eines Prüfstands, der für eine Achse des Fahrzeugs nur ein Antriebsaggregat hat.

Für die Prüfung allradangetriebener Fahrzeuge sind gesondert angetriebene Trommeln für die Ausbildung von Drehzahldifferenzen der Räder einer Achse erforderlich. Für die Einstellung der Differenzdrehzahlen sind aufwendige Differenzdrehzahlregelkreise mit Differenzkraftbegrenzung nötig.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, zur Untersuchung von Fahrzeugen für Prüfstände mit einer Trommelanordnung ein Verfahren zu entwickeln, mit dem durch zwei oder mehr einzeln angetriebenen Trommeln auf einfache Weise die Drehzahlen der Räder des Fahrzeugs unterschiedlich eingestellt werden können.

Die Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 gelöst. Bei dem im Patentanspruch 1 angegebenen Verfahren wird jedes Rad gemäß einem aus Simulationsgrößen bestimmten Geschwindigkeitssollwert geregelt. Der Geschwindigkeitssollwert kann dem für die Simulation einer Kurvenfahrt oder eines Schlupfes erforderlichen Differenzdrehzahlsollwert entsprechen.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der im Patentanspruch 1 angegebenen Verfahren sind in den Patentansprüchen 2 bis 4 beschrieben.

Bei einer Vorrichtung mit mindestens einer Trommel für jedes treibende Fahrzeugrad und mit je einer an die Trommel angeschlossenen elektrischen Maschine, die jeweils Stellglied eines Geschwindigkeitsregelkreises ist, dessen Istwert von einem Tachogenerator erzeugt wird, ist zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4 erfindungsgemäß vorgesehen, daß der Tachogenerator mit der elektrischen Maschine verbunden ist und daß von einem Prozessor, in dem die Fahrzeug-, Straßen- und Prüfstandsparameter gespeichert sind, der Sollwert der Fahrzeuggeschwindigkeit nach folgender Gleichung erzeugt wird:

$$\pm v = \frac{1}{m_F \cdot r} \int_{v_0}^v [M_{dM} + J(\pm\omega) + M_R - F_w \cdot r - G(\pm\sin\alpha) \cdot r] dt$$

worin mit m_F die Fahrzeugmasse, mit r der Reibradius, mit J das Massenträgheitsmoment der Prüfstandstrommel, mit F_w die Windkraft, mit M_R die Reibung, mit G das Fahrzeuggewicht und mit α der Straßensteigungswinkel und mit M_d das Drehmoment, bezogen auf die Maschinenwelle der Antriebsmaschine bezeichnet sind, und daß vom Prozessor aus dem Sollwert der Geschwindigkeit die Sollwerte der Umfangsgeschwindigkeiten der Trommeln nach der Gleichung

$$wv_1 = \frac{v}{r} + \frac{w\Delta v_{1,2}}{2}$$

$$wv_2 = \frac{v}{r} + \frac{w\Delta v_{1,2}}{2}$$

$$wv_3 = \frac{v}{r} + \frac{w\Delta v_{2,3}}{2}$$

$$wv_4 = \frac{v}{r} + \frac{w\Delta v_{2,3}}{2}$$

bestimmt werden, worin mit wv_1 , wv_2 , wv_3 , wv_4 die Sollwerte der Umfangsgeschwindigkeiten der Trommeln, mit v die Fahrzeuggeschwindigkeit, mit r der Trommelradius und mit $w\Delta v_{1,2}$ und $w\Delta v_{2,3}$ die Geschwindigkeitssollwertdifferenzen für die jeweilige Radachse bezeichnet sind.

Vorteilhafte Ausgestaltungen dieser Vorrichtung sind in den Patentansprüchen 5 bis 9 beschrieben.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines in einer Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher beschrieben, aus dem sich weitere Merkmale sowie Vorteile ergeben.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Fahrzeugprüfstand schematisch in Seitenansicht,

Fig. 2 ein Blockschaltbild der elektrischen Teile des Fahrzeugprüfstands mit Differenzkraftbegrenzung,

Fig. 3 ein Blockschaltbild der elektrischen Teile des Fahrzeugprüfstandes mit Absolutkraftbegrenzung.

Ein Kraftfahrzeugprüfstand 1 enthält einen Rahmen 2, der für jedes Rad einen Satz von Trommeln enthält. Zu
 5 Fig. 1 sind jeweils ein Satz vorderer Trommeln 3, 4 und ein Satz hinterer Trommeln 5, 6 dargestellt. Von jedem
 Satz Trommeln ist ein, zum Beispiel 3 und 5, mit einem elektrischen Antrieb verbunden. Ein zu testendes
 Fahrzeug 7 ruht mit den Vorderrädern 8 auf den beiden Sätzen der vorderen Trommeln und mit seinen
 Hinterrädern 9 auf den beiden Sätzen der hinteren Trommeln.

Die elektrischen Maschinen für jeweils eine Trommel eines jeden Satzes sind in den Fig. 2 und 3 mit 10, 11, 12
 10 und 13 bezeichnet. Es handelt sich um Gleichstrommaschinen, die je nach den betrieblichen Gegebenheiten als
 Motor oder Generator arbeiten können. Beispielsweise sind die Maschinen 10, 11 je mit einer Trommel 3 und 14
 der Sätze für die Vorderräder und die Maschinen 12, 13 je mit einer Trommel 5 und 15 der Sätze für die
 Hinterräder verbunden. Mit Ist-Drehmomentsensoren 16, 17, 18, 19 werden jeweils die zwischen den Maschinen
 10, 11, 12 und 13 und den Trommeln 3, 4, 5 und 15 übertragenen Drehmomente M_{d1} bis M_{d4} gemessen. Den
 15 Maschinen 10, 11, 12 und 13 sind jeweils Stromrichter 19, 20, 21, 22 vorgeschaltet, die je von Regelverstärkern 23,
 24, 25, 26 gesteuert werden. Mit den Maschinen 10, 11, 12, 13 sind jeweils Tachogeneratoren 27, 28, 29, 30
 verbunden, mit denen die Winkelgeschwindigkeiten $\omega_1 - \omega_2$ gemessen werden. Die Regelverstärker 23 bis 27, die
 Stromrichter 19 bis 22, die Tachogeneratoren 27 bis 30 und die Maschinen 10 bis 13 sind jeweils Bestandteile von
 20 Drehzahlregelkreisen, die vor den Regelverstärkern 23 bis 26 jeweils die Regelabweichungen zwischen den von
 den Tachogeneratoren 27 bis 30 gelieferten Drehzahlwerten beziehungsweise Geschwindigkeitswerten und
 Sollwerten bilden, die mit einem Prozessor 31 gebildet werden, der über Ausgänge mit jedem Regelkreis
 verbunden ist.

Als Prozessor kann ein Rechner, zum Beispiel ein Prozeßrechner, oder ein programmierbares Steuergerät
 verwendet werden. Es sei angenommen, daß der Prozessor an die Drehzahlregelkreise analoge Drehzahlsoll-
 25 werte ausgibt. Dem Prozessor werden noch in analoger Form die Geschwindigkeits-Istwerte der Tachogenera-
 toren 27 bis 30 und die Istwerte der Ist-Drehmomentsensoren 16 bis 19 zugeführt.

Mit der in der Fig. 1 und der dargestellten Anordnung werden für das zu prüfende Fahrzeug 7 Fahrzeug-
 beziehungsweise Straßenparameter simuliert. Diese Parameter entsprechen den für die Beschleunigung oder
 30 Geschwindigkeitsaufrechterhaltung des Fahrzeugs notwendigen Kräften. Die Fahrzeugkräfte werden nach
 folgender Beziehung ermittelt:

$$F_F + F_w + m_F(\pm v) + G(\pm \sin \alpha) = 0$$

Die Prüfstandskräfte ergeben sich aus folgender Beziehung

$$35 \quad F_P = \frac{M_{dM} + J(\pm \omega) + M_R}{r} = 0 \quad (6)$$

40 In den beiden Gleichungen entsprechen die Formelzeichen folgenden Größen:

F = Kraft in Fahrtrichtung

G = Fahrzeuggewicht

m = Fahrzeugmasse

M_d = Drehmoment (bezogen auf die Motormaschinenwelle)

45 \dot{v} = Fahrzeugbeschleunigung

α = Straßensteigungswinkel

ω = Winkelbeschleunigung der Trommel

J = Massenträgheitsmoment der Prüfstandstrommeln

r = Trommelradius

50 Die Indexe haben folgende Bedeutung:

w = Wind

b = Beschleunigung

St = Steigung

P = Trommel

55 R = Reibung

M = Maschine

die Gesamtgleichung lautet:

$$60 \quad F_F + F_w + m_F(\pm \dot{v}) + G(+ \sin \alpha) = F_P + \frac{M_{dM} + J(\pm \omega) + M_R}{r} \quad (7)$$

Da die Kräfte an den Reifen- und Trommelflächen gleich groß sind, heben sie sich in der Gleichung auf:

$$65 \quad \pm v = \frac{1}{m_F \cdot r} [M_{dM} + J(\pm \omega) + M_R - F_w \cdot r - G(\pm \sin \alpha) \cdot r] \quad (8)$$

Der Prozessor 31 bestimmt hieraus die Geschwindigkeit

$$\pm v = \frac{1}{m_F \cdot r} \int_{v_0}^v [M_{dM} + J(\pm \dot{\omega}) + M_R - F_W \cdot r - G(\pm \sin \alpha) \cdot r] dt \quad (9)$$

Die Größen m_F , J , G und r sind im Prozessor 31 für das jeweils zu prüfende Fahrzeug gespeichert. Ferner enthält der Prozessor den Wert des Trägheitsmoments. Darüber hinaus sind im Prozessor 31 das Reibungsmoment M_R der Antriebsmaschine sowie die Windkraft beispielsweise in Form einer geschwindigkeitsabhängigen Funktion beziehungsweise Tabelle gespeichert. Für die Untersuchung eines bestimmten Fahrverhaltens werden die Fahrzeuggeschwindigkeit v , aus der der Prozessor die Fahrzeugbeschleunigung errechnet und der Straßensteigungswinkel α nach einem Fahrprogramm vorgegeben. Änderungen der Trommelumfangsgeschwindigkeiten bestimmt der Prozessor aus den Tachogeneratorsignalen durch Bildung der ersten Ableitung nach der Zeit nach folgender Gleichung:

$$\dot{\omega} = \frac{d\omega}{dt}$$

Für die Simulation einer Kurvenfahrt werden vom Prozessor 31 für die einzelnen Räder angegebenen Drehzahlswertzeichen mit Hilfe der Fahrzeuggeschwindigkeit wv und der der Kurvenfahrt entsprechenden Differenzgeschwindigkeiten $w\Delta v_1$ bis $w\Delta v_4$ die einzelnen Trommelumfangsgeschwindigkeiten wie folgt gebildet:

$$\begin{aligned} wv_1 &= \frac{v}{r} \pm \frac{w\Delta v_{1,2}}{2} \\ wv_2 &= \frac{v}{r} \pm \frac{w\Delta v_{1,2}}{2} \\ wv_3 &= \frac{v}{r} \pm \frac{w\Delta v_{2,3}}{2} \\ wv_4 &= \frac{v}{r} \pm \frac{w\Delta v_{2,3}}{2} \quad (10) \end{aligned}$$

worin mit wv_1 , wv_2 , wv_3 , wv_4 die Sollwerte für die Umfangsgeschwindigkeiten der vier Räder, mit wv die oben beschriebene Fahrzeugsollgeschwindigkeit und mit $w\Delta v_1, 2$, $w\Delta v_3, 4$ die Geschwindigkeitssollwertdifferenzen für eine Radachse bezeichnet wird.

Im Beispiel der Fig. 2 sind im Prozessor 31 weiterhin Differenzzugkraftgrenzen für die einzelnen Räder eines Radpaares und für Radpaare gespeichert. Aus den gemessenen Ist-Drehmomenten M_{d1} und M_{d2} der beiden Räder einer Achse bestimmt der Prozessor 31 die Zugkräfte F_1 , F_2 und die Differenzzugkraft $\Delta F_{1,2}$. Diese Differenzzugkraft wird beispielsweise nach Umwandlung in einen analogen Wert mit dem vorgegebenen Grenzwert $\Delta F_{1,2}$ verglichen. Hierfür kann eine Summierstelle 32 mit nachgeschaltetem Regelverstärker 33 vorgesehen sein. Der Ausgang des Regelverstärkers 32 ist mit den Regelverstärkern 23 und 24 derart verbunden, daß zum Beispiel bei Gleichheit der vorgegebenen Differenzzugkraft $w\Delta F_{2,3}$ und der aus den Drehmomenten berechneten Differenzzugkraft $x\Delta F_{1,2}$ das Ausgangssignal des Regelverstärkers 32 die Ausgangssignale der Regelverstärker 23, 23, begrenzt. Zur Begrenzung können an sich bekannte Diodenschaltungen verwendet werden.

Für das weitere Radpaar werden aus den gemessenen Zugkräften F_3 , F_4 und die Differenzzugkraft $x\Delta F_{3,4}$ mit dem Prozessor 31 bestimmt. Diese Differenzzugkraft wird mit einer vorgegebenen Differenzzugkraft $wF_{3,4Grenz}$, zum Beispiel in einem Summierer 33 verglichen, dem ein Regelverstärker 34 nachgeschaltet ist. Der Regelverstärker 34 ist ausgangsseitig mit den Regelverstärkern 25, 26 verbunden. Liegt die Bedingung $x\Delta F_{3,4} = wF_{3,4Grenz}$ vor, dann werden die Ausgangssignale der Regelverstärker 25, 26 begrenzt.

Aus den Zugkraftistwerten $x\Delta F_1$ bis $x\Delta F_4$ berechnet der Prozessor 31 auch die mittleren Zugkräfte jeder Achse und die mittlere Differenzzugkraft $x\Delta F_{v/h}$ zwischen beiden Achsen. Diese mittlere Differenzzugkraft $x\Delta F_{v/h}$ wird mit einem vorgegebenen Grenzwert $wF_{v/hGrenz}$, zum Beispiel in einem Summierer 35 verglichen, dem ein Regelverstärker 36 nachgeschaltet ist, dessen Ausgang mit den Regelverstärkern 23 bis 26 verbunden ist. Wenn $x\Delta F_{v/h} = wF_{v/hGrenz}$ ist, dann verhindert der Regelverstärker 34 ein weiteres Ansteigen der Ausgangssignale der Regelverstärker 23 bis 26. Der Vorteil dieser Differenzringkraftbegrenzung liegt darin, daß sowohl Fahrzeuge mit freien als auch mit gesperrten Differentialen und/oder Achsverteilergetrieben ohne besondere Reglerumschaltungen geprüft werden können.

Gleichzeitig können die in diesen Getrieben eingesetzten Ausgleichssperren durch Voreinstellung der zulässigen Differenzmomentengrenzen geschützt werden.

Eine andere Art der Kraftbegrenzung ist in dem Beispiel Fig. 3 dargestellt. Hierbei werden die Absolutkräfte begrenzt.

Das entspricht weitgehend der Zugkraftbegrenzung wie sie zwischen Reifen und Straße auftritt. (Durchrut-

schen des Reifens, wenn die Zugkraft am Reifen größer ist als die übertragbare Kraft.)
Bei diesem Regelkonzept greifen die Zugkraftregler 35, 36, 37, 38 nicht in alle Drehgaberegler 23 bis 26 ein, sondern nur jeweils in den zum gleichen Stellglied gehörenden Drehzahlregler.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Untersuchung von Fahrzeugen auf Prüfständen, wobei wenigstens die treibenden Räder des jeweiligen Fahrzeugs auf einzelnen von Elektromaschinen angetriebenen bzw. gebremsten Trommeln stehen, wobei die Elektromaschinen in Geschwindigkeitsregelkreisen angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß als Regelgrößen die Umfangsgeschwindigkeiten der jeweils den Fahrzeugrädern zugeordneten Trommeln verwendet werden, daß die Sollwerte der Regelgrößen jeweils aus dem Quotienten eines Geschwindigkeitssollwerts und dem Trommelradius bestimmt werden, daß der Geschwindigkeitssollwert aus der Gesamtgleichung der Fahrzeugkräfte und der Prüfstandskräfte nach folgender Gleichung bestimmt wird:

$$\pm v = \frac{1}{m_F \cdot r} \int_{v_0}^v [M_{dM} + J(\pm \omega) + M_R - F_W \cdot r - G(\pm \sin \alpha) \cdot r] dt$$

worin mit m_F die Fahrzeugmasse, mit r der Reibradius, mit J das Massenträgheitsmoment der Prüfstandstrommel, mit F_W die Windkraft, mit M_R die Reibung, mit G das Fahrzeuggewicht und mit α der Straßensteigungswinkel und mit M_d das Drehmoment, bezogen auf die Maschinenwelle der Antriebsmaschine bezeichnet sind, und daß bei Kurvenfahrtsimulation vorzeichenrichtig die halbe Differenz der Drehzahlwerte der jeweils zu einer Achse gehörenden Räder hinzugefügt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Geschwindigkeitsregelung für die Nachbildung von Kurvenfahrten Zusatzsollwerte aufgeschaltet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Geschwindigkeitsregelung mit einer Differenzzugkraftbegrenzung für die Räder ausgerüstet ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Geschwindigkeitsregelung mit einer Absolutkraftbegrenzung ausgerüstet ist.

5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche mit mindestens einer Trommel für jedes treibende Fahrzeugrad und mit je einer an die Trommel angeschlossenen elektrischen Maschine, die jeweils Stellglied eines Geschwindigkeitsregelkreises ist, dessen Istwert von einem Tachogenerator erzeugt wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Tachogenerator mit der elektrischen Maschine (10, 11; 12, 13) verbunden ist und daß von einem Prozessor (31), in dem die Fahrzeug-, Straßen- und Prüfstandsparameter gespeichert sind, der Sollwert der Fahrzeuggeschwindigkeit nach folgender Gleichung erzeugt wird:

$$\pm v = \frac{1}{m_F \cdot r} \int_{v_0}^v [M_{dM} + J(\pm \omega) + M_R - F_W \cdot r - G(\pm \sin \alpha) \cdot r] dt$$

worin mit m_F die Fahrzeugmasse, mit r der Reibradius, mit J das Massenträgheitsmoment der Prüfstandstrommel, mit F_W die Windkraft, mit M_R die Reibung, mit G das Fahrzeuggewicht und mit α der Straßensteigungswinkel und mit M_d das Drehmoment, bezogen auf die Maschinenwelle der Antriebsmaschine bezeichnet sind, und daß vom Prozessor aus dem Sollwert der Geschwindigkeit die Sollwerte der Umfangsgeschwindigkeiten der Trommeln nach der Gleichung

$$wv_1 = \frac{v}{r} + \frac{w\Delta v_{1,2}}{2}$$

$$wv_2 = \frac{v}{r} + \frac{w\Delta v_{1,2}}{2}$$

$$wv_3 = \frac{v}{r} + \frac{w\Delta v_{2,3}}{2}$$

$$wv_4 = \frac{v}{r} + \frac{w\Delta v_{2,3}}{2}$$

bestimmt werden, worin mit wv_1, wv_2, wv_3, wv_4 die Sollwerte der Umfangsgeschwindigkeiten der Trommeln, mit v die Fahrzeuggeschwindigkeit, mit r der Trommelradius und mit $w\Delta v_{1,2}$ und $w\Delta v_{2,3}$ die Geschwindigkeitssollwertdifferenzen für die jeweilige Radachse bezeichnet sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils ein Ist-Drehmomentsensor (16, 17; 18, 19) zur Messung des zwischen Maschine (11, 12; 13, 14) und der Trommel (3, 14; 5, 15) übertragenen Drehmoments mit dem Prozessor (31) verbunden ist, in dem Sollwerte über die zulässigen Differenzzugkräfte zwischen den Rädern der gleichen Achse und gegebenenfalls den Radpaaren verschiedener Achsen

gespeichert sind und der jeweils bei Erreichen der zulässigen Differenzzugkraft die Geschwindigkeitsregelkreise im Sinne einer Begrenzung der Differenzzuggeschwindigkeiten beeinflusst.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils ein Ist-Drehmomentsensor (16, 17; 18, 19) zur Messung des zwischen Maschine (11, 12; 13, 14) und der Trommel (3, 14; 5, 15) übertragenen Drehmoments mit dem Prozessor (31) verbunden ist, in dem Sollwerte über die zulässigen Absolutkräfte an den Rädern gespeichert sind und der jeweils bei Erreichen der zulässigen Absolutzugkräfte die Geschwindigkeitsregelkreise im Sinne einer Begrenzung der Absolutzugkräfte beeinflusst.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine übergeordnete Geschwindigkeitsbegrenzung das Durchdrehen eines Antriebs im Falle der Absolutkraftbegrenzung bewirkt.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Trommeln auf die Anzahl der treibenden Fahrzeugachsen begrenzt ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG.3

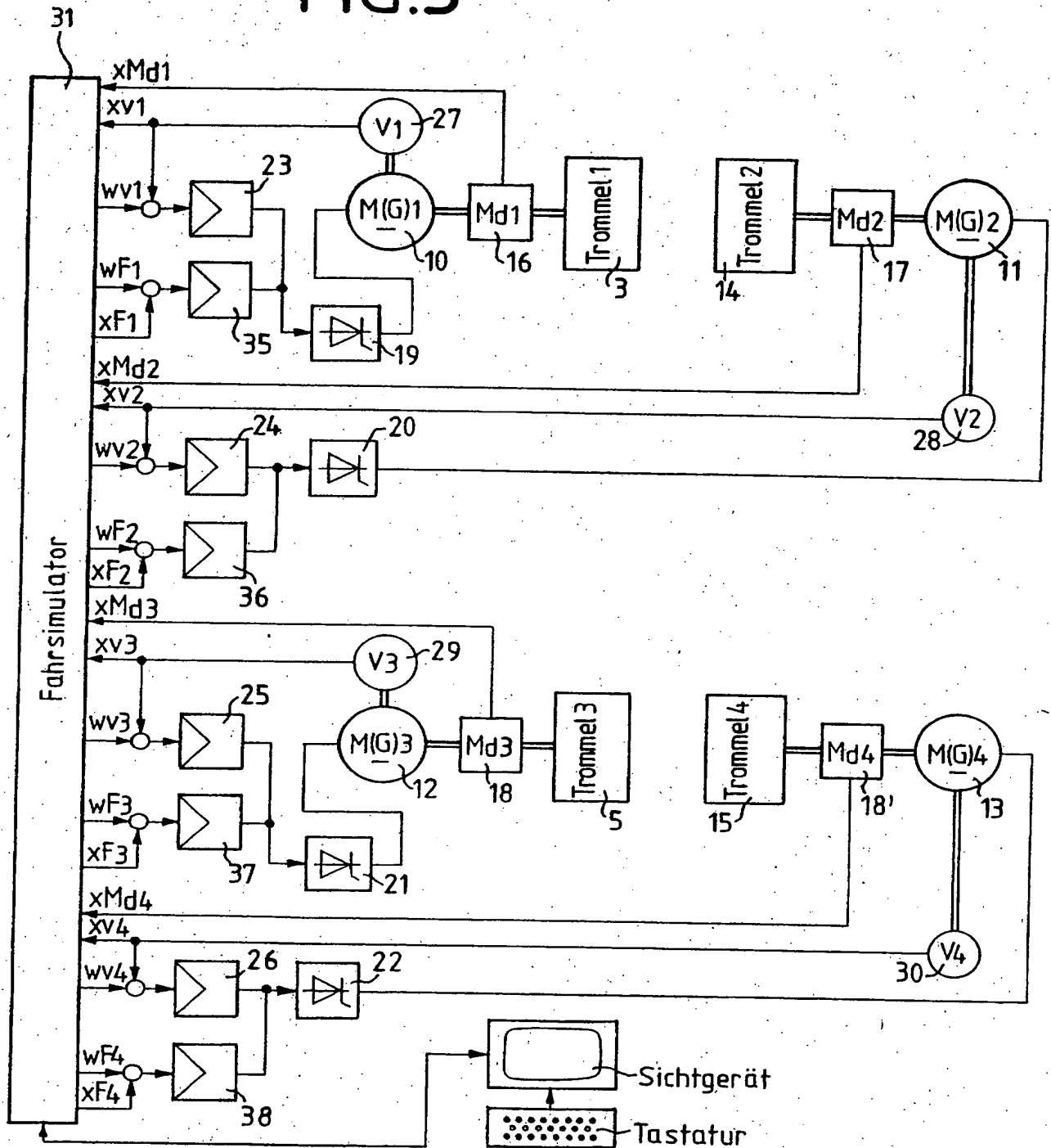


FIG.1

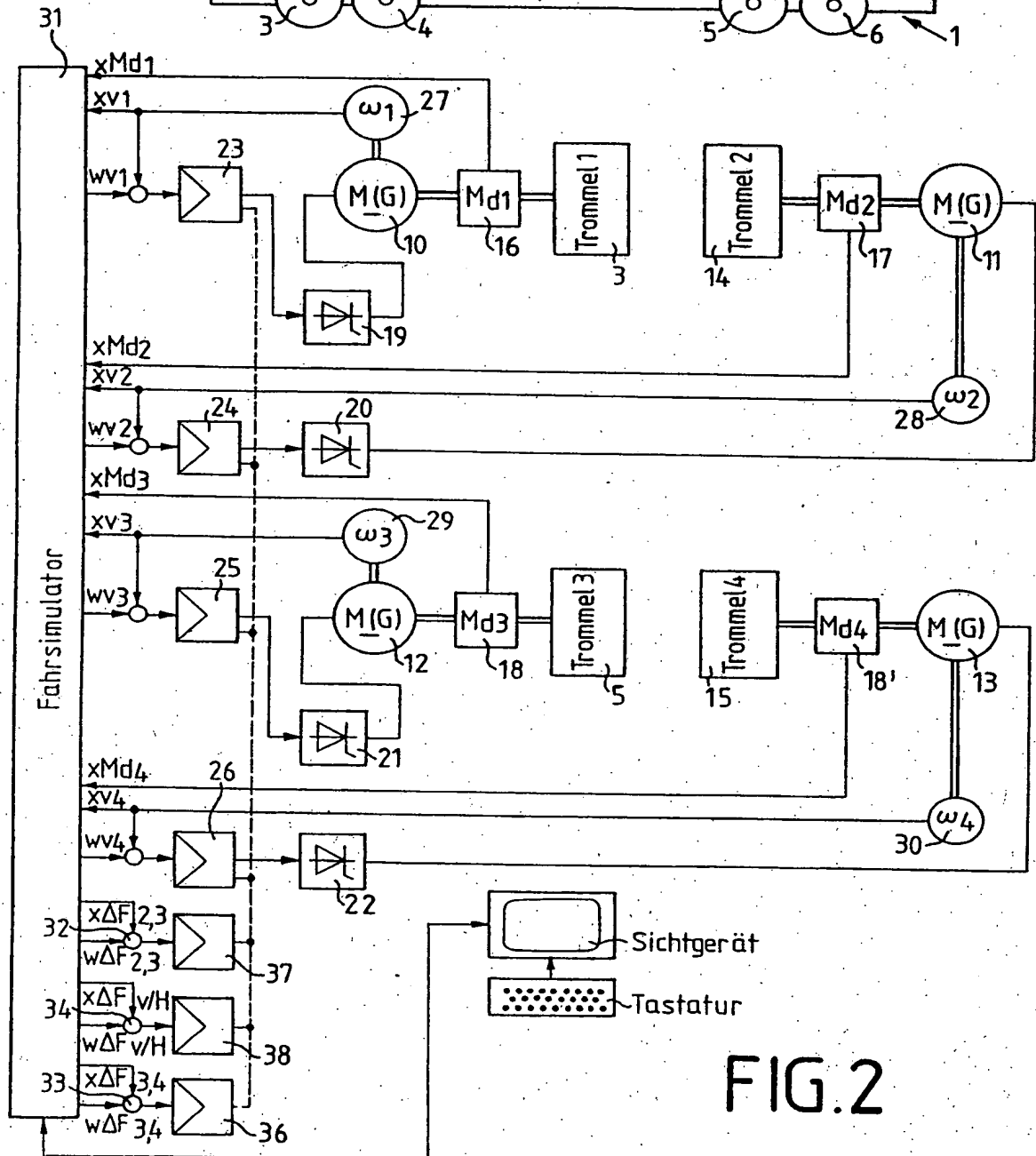
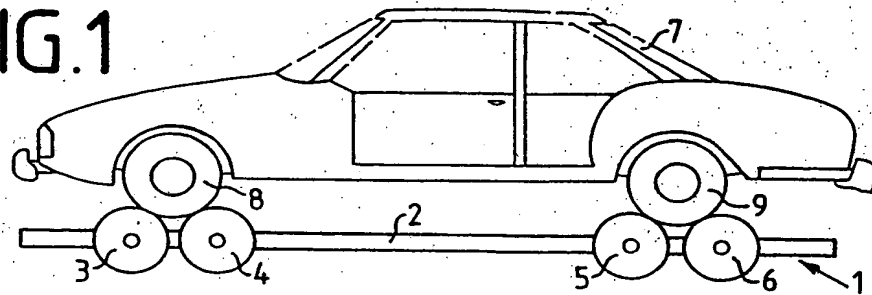


FIG.2